

2693638205AAT-2

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 1 月 2 9 日
Date of Application:

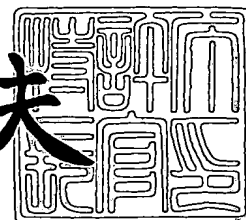
出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 3 4 6 9 1 8
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 2 - 3 4 6 9 1 8]

出 願 人 株 式 会 社 東 芝
Applicant(s):

2 0 0 3 年 9 月 1 7 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 26B02X0011

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01F 1/58

【発明の名称】 容量式電磁流量計

【請求項の数】 5

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都府中市東芝町 1 番地 株式会社東芝 府中事業所
 内

 【氏名】 中谷 博司

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都府中市東芝町 1 番地 株式会社東芝 府中事業所
 内

 【氏名】 木村 達也

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都府中市東芝町 1 番地 株式会社東芝 府中事業所
 内

 【氏名】 鮫田 芳富

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都府中市東芝町 1 番地 株式会社東芝 府中事業所
 内

 【氏名】 飯島 拓也

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都府中市東芝町 1 番地 株式会社東芝 府中事業所
 内

 【氏名】 樋口 隆司

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号 株式会社東芝 本社事務所内

【氏名】 太尾 誠

【特許出願人】

【識別番号】 000003078

【氏名又は名称】 株式会社 東芝

【代理人】

【識別番号】 100083161

【弁理士】

【氏名又は名称】 外川 英明

【電話番号】 (03)3457-2512

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2002-278426

【出願日】 平成14年 9月25日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 010261

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0016857

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 容量式電磁流量計

【特許請求の範囲】

【請求項1】 被測定流体が流れる絶縁性物質で作られた測定管と、
前記測定管の管軸方向と直交する方向の磁束を与える前記測定管の周囲に対向配置された磁極に巻かれた励磁コイルと、
前記磁束の方向と前記測定管の管軸方向との夫々に直交する方向で前記測定管の外壁周囲に対向配置された1対の面電極と、
前記面電極と所定の間隔を保持して、前記面電極をその外周から覆う様に配置されたガード電極と、
前記励磁コイルに商用周波数以上の周波数の励磁電流を供給する励磁回路と、
前記被測定流体と前記1対の面電極との夫々の間と、この面電極と夫々のガード電極との間の静電容量を介して検出される検出信号を増幅する前置増幅部と、
前記面電極及びガード電極を前記前置増幅部に接続するケーブルと、
前記前置増幅部の出力信号から前記被測定流体の流速を出力する信号処理部と、
前記励磁コイルの外周を覆う様に前記測定管と同心的に配置された励磁磁場の帰磁路を形成する円柱ヨークと、
前記励磁コイルを覆い、前記円柱ヨークと電氣的に接続固定された非磁性体のコイル固定板と、
前記円柱ヨークの外周部にこの円柱ヨークと同心的に配置された金属パイプ及び前記円柱ヨークを、前記測定管の両端部に設けられた前記一対の面電極の中心を結ぶ軸と測定管管軸に対して対称に配置固定し、且つ電氣的に接続したアースリングと
を備え、
前記励磁回路は、励磁磁束波形が平坦部を有する様に励磁電流の波形制御するフィルタ手段を備え、
前記面電極と前記ガード電極との間に形成される静電容量の値を、被測定流体と前記面電極との間の静電容量の値より小さい値とした
ことを特徴とする容量式電磁流量計。

【請求項 2】 前記面電極及びガード電極は、非磁性体の高導電率の材質とし、前記測定管の外周曲面に沿って切れ込みを持つ形状であることを特徴とする請求項 1 記載の容量式電磁流量計。

【請求項 3】 前記面電極とガード電極から前記前置増幅部までの信号ケーブルは非磁性体の金属材質で構成した芯線の外周にシールドとガードシールドを設けた 2 重シールド線であり、前記励磁磁場の方向と同一の平面で円柱ヨークの外周に沿って絶縁物を介して一定の間隔で固定して這わせ、前記円柱ヨークの頂上部で交差させて前記前置増幅部に接続されたことを特徴とする請求項 1 記載の容量式電磁流量計。

【請求項 4】 前記測定管と前記円柱ヨークとの間及び前記測定管と前記面電極とガード電極との間に夫々樹脂を充填して固定したことを特徴とする請求項 1 記載の容量式電磁流量計。

【請求項 5】 前記前置増幅部を検出部と信号処理部との間の首部に挿入し、前記測定管と金属パイプ及びアースリングで囲まれる検出部内と前記首部までの検出部内の全てをエポキシ樹脂で充填して固定するようにしたことを特徴とする請求項 1 記載の容量式電磁流量計。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、測定管内を流れる非測定流体の流量を測定する電磁流量計に係わり、特に容量式電磁流量計に関する。

【0002】

【従来の技術】

電磁流量計には、電極が被測定流体と直接接触し、被測定流体に発生する起電力を直接検出する接液電極形電磁流量計と、電極が被測定流体と直接接触せず、被測定流体に発生する起電力を被測定流体と電極間の静電容量を介して検出する非接液電極形の電磁流量計（以下容量式電磁流量計と呼ぶ）の 2 種類が存在する。

【0003】

更に、電磁流量計は、ノイズの影響を除去して安定した流量信号を得る必要があるが、このノイズの原因も各種存在し、従って対応する除去手段も異なることから多種の電磁流量計が存在する（例えば、特許文献1参照）。

【0004】

この特許文献1に開示された容量式電磁流量計が知られている。以下、この構成と作用を図14乃至図16で説明する。

【0005】

まず、図14でその構成を説明する。この図に示す様に、この容量式電磁流量計は、検出部10と、検出部10で検出された検出信号eから流量を求める信号処理部11とで構成されている。

【0006】

検出部10では、絶縁性物質で作られた測定管1を流れる被測定流体2の外壁に対向して配置された磁極7に巻かれた励磁コイル3A、3Bに励磁回路8から励磁電流 i_F を流すことにより、被測定流体2に対して図示していない帰還磁路を形成して磁束を印加する。

【0007】

そして、この磁束の方向と直交する方向で測定管1の外壁に対向配置された一対の面電極4A、4Bとガード電極5A、5Bと、測定管1と前記夫々の面電極4A、4Bとの間、及び面電極4A、4Bとこの面電極4A、4Bを覆う様に配置されたガード電極5A、5Bとの間の静電容量を介して前記被測定流体2の流速に比例した起電圧を増幅器6A、6Bで増幅し、更に、増幅器6A、6Bからの夫々の信号の差 e_{AB} を差動増幅器6Cで増幅し、検出信号eを検出する。

【0008】

次に、この検出信号eは信号変換部11に送られ、検出信号eの立ち上がり部分（微分ノイズと言う。）を除いた位置をサンプリングして、流量測定を行うものである。

【0009】

この方式は、面電極4A、4Bと被測定流体2間のインピーダンスが非常に高いため、検出部10の内部では各種のノイズ対策が設定される。

【0010】

その1つに、面電極4A、4B間に誘導されるノイズ対策がある。この対策は、ガード電極5A、5Bを面電極4A、4Bと同電位に保持して、増幅器6A、6Bでインピーダンス変換した後、差動増幅器6Cで増幅し、面電極4A、4B間に同相で誘導されるノイズを除去している。

【0011】

また、ガード電極5A、5Bと励磁コイル3A、3B間の磁束磁路には、後述するダンピング箔7A、7Bを設定配置している。

【0012】

更に、この様な検出部10の接地は、測定管1の図示しない外周の接液している金属パイプケースのアースEと回路の共通電位アースCとを接続し、接地Gに接続している。

【0013】

この様に構成された容量式電磁流量計の検出信号eには、前述した微分ノイズと称するノイズが重畳する。

【0014】

このノイズは、励磁磁束との電磁結合による誘導によって両面電極4A、4B間と増幅器6A、6Bの間に形成される検出ループに誘導されるもので、励磁磁束が変動した時に両接地G点と夫々の面電極4A、4Bとの間の電位変動の差が雑音として検出信号eの立ち上がり部分に重畳する。

【0015】

この詳細を図15で説明する。図15(a)に示す矩形波の励磁電流 i_F を励磁コイル3A、3Bに流すと、励磁磁束 ϕ は図15(b)に示す励磁磁束経路の内部生じる渦電流 i_E によって、図15(c)に示す様に励磁磁路内の反磁界作用の応答時定数で立ちり部分がやや鈍った特性の波形となる。

【0016】

この励磁磁束 ϕ の変化により、図15(d)における N_d 部に示す様に、前述した検出信号eの立ち上がり部分に微分状の雑音、即ち微分ノイズが重畳する。

【0017】

その為、検出器 1 0 内の構造は、励磁磁路に発生する渦電流 i_E を最小に押さえる様に設定配置することが必要である。

【 0 0 1 8 】

また、安定した流量信号成分を検出するため、図 1 5 (e) に示す様に、微分ノイズの値が小さくなるサンプリング信号 s_P のタイミングでサンプリングし、流量を求めている。

【 0 0 1 9 】

前述した微分ノイズの他に、流体ノイズと称する低周波ノイズが検出信号 e に重畳する。この流体ノイズの発生メカニズムは、被測定流体 2 が運ぶイオンの揺らぎによって被測定流体 2 中に低周波の電位変動が生じるものと推定されているが、この流体ノイズは、被測定流体 2 の流速が早くなると大きくなる。

【 0 0 2 0 】

この流体ノイズと流速に比例する起電圧を分離するために、励磁電流の周波数を商用周波数以上に高くし、且つ、短時間で磁束波形が整定する様に、励磁回路が設定される。

【 0 0 2 1 】

しかしながら、励磁コイル 3 A、3 B のインダクタンスが 5 0 k H z 近辺の高周波領域で共振点を持つ特性のために、励磁電流 i_F を高周波で制御しているにもかかわらず、図 1 6 に示す様に、励磁電流 i_F が振動する現象が発生する。

【 0 0 2 2 】

そのため、振動の共振点を消滅させるダンピング箔 7 A、7 B と称する導電性の薄い板を、励磁コイル 3 A、3 B とガード電極 5 A、5 B の間に設定配置している。

【 0 0 2 3 】

【特許文献 1】

特開 2 0 0 1 - 1 1 6 5 9 8 号公報

【 0 0 2 4 】

【特許文献 2】

特開平 8 - 3 1 3 3 1 3 号公報

【0025】

【特許文献3】

特開平8-304132号公報

【0026】

【発明が解決しようとする課題】

前述した様に、従来の容量式電磁流量計は、流体ノイズの影響を避けるため励磁電流の励磁周波数を商用周波数以上に高くし、励磁周波数を高くしたことによって生じる励磁電流の振動を押さえる為に、磁束磁路にダンピング箔を設けている。

【0027】

しかしながら、このダンピング箔が、磁束磁路に置かれるため渦電流の発生が避けられないこと、また、励磁コイルとの静電結合によってダンピング箔上の電位の変動がノイズとして検出されてしまう問題が起きる。そのため、更にガード電極とダンピング箔の間に絶縁層を設ける等の対策も必要となるなど雑音対策のために構造が複雑となる欠点があった。

【0028】

また、前述したように面電極からの出力インピーダンスは非常に高いため増幅器の入力インピーダンスは数GΩ程度の高い値が必要となるため、この部分わずかな絶縁特性の変化によって測定誤差が発生する。

【0029】

さらに、面電極やガード電極の形状が大きいため測定間内を流れる流体によって検出部全体が機械的に振動すると、両面電極の出力インピーダンスに差が生じるため誘導ノイズが発生する。また、信号ケーブルの振動によって摩擦ノイズが発生させてしまう。

【0030】

本発明は、上記従来の容量式電磁流量計の問題点を解決するためになされたもので、磁束磁路に反磁場作用の生じる障害物を極力少なくして、微分ノイズ（電磁誘導ノイズ）や静電誘導ノイズ、摩擦ノイズの影響の少ない、且つ、流体ノイズの影響を受けにくい耐振性、耐湿性にすぐれた安定した容量式電磁流量計

を提供することを目的とする。

【0031】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、請求項1では、被測定流体が流れる絶縁性物質で作られた測定管と、前記測定管の管軸方向と直交する方向の磁束を与える前記測定管の周囲に対向配置された磁極に巻かれた励磁コイルと、前記磁束の方向と前記測定管の管軸方向との夫々に直交する方向で前記測定管の外壁周囲に対向配置された1対の面電極と、前記面電極と所定の間隔を保持して、前記面電極をその外周から覆う様に配置されたガード電極と、前記励磁コイルに商用周波数以上の周波数の励磁電流を供給する励磁回路と、前記被測定流体と前記1対の面電極との夫々の間と、この面電極と夫々のガード電極との間の静電容量を介して検出される検出信号を増幅する前置増幅部と、前記面電極及びガード電極を前記前置増幅部に接続するケーブルと、前記前置増幅部の出力信号から前記被測定流体の流速を出力する信号処理部と、前記励磁コイルの外周を覆う様に前記測定管と同心的に配置された励磁磁場の帰磁路を形成する円柱ヨークと、前記励磁コイルを覆い、前記円柱ヨークと電氣的に接続固定された非磁性体のコイル固定板と、前記円柱ヨークの外周部にこの円柱ヨークと同心的に配置された金属パイプ及び前記円柱ヨークを、前記測定管の両端部に設けられた前記一対の面電極の中心を結ぶ軸と測定管管軸に対して対称に配置固定し、且つ電氣的に接続したアースリングとを備え、前記励磁回路は、励磁磁束波形が平坦部を有する様に励磁電流の波形制御するフィルタ手段を備え前記面電極と前記ガード電極との間に形成される静電容量の値を、被測定流体と前記面電極との間の静電容量の値より小さい値としたことを特徴とする。

【0032】

従って、本発明によれば、励磁電流の周波数を高く、所定の整定時間で制御したので、ダンピング箔を不要とし磁路の渦電流を押さえて励磁磁束波形が平坦部を持つ様にする事が出来るので、微分ノイズ、静電ノイズ、流体ノイズの影響を受けない高精度で安定した流量測定ができる。

【0033】

また、励磁コイルからの静電誘導ノイズをコイル固定板で遮蔽し、面電極とガード電極の間の静電容量値を小さくし、検出信号に重畳する誘導ノイズの増幅ゲインを低くでしたので、誘導ノイズに強い容量式電磁流量計とすることが出来る。

【0034】

請求項2では、前記面電極及びガード電極は、非磁性体の高導電率の材質とし、前記測定管の外周曲面に沿って切れ込みを持つ形状であることを特長とする。

【0035】

従って、本発明によれば、渦電流の発生を防止できるので、磁束磁路を乱す恐れが少ない。所定の機械的強度を有するので熱変形にも強い容量式電磁流量計と出来る。

【0036】

請求項3では、前記面電極とガード電極から前記前置増幅部までの信号ケーブルは非磁性体の金属材質で構成した芯線の外周にシールドとガードシールドを設けた2重シールド線であり、前記励磁磁場の方向と同一の平面で円柱ヨークの外周に沿って絶縁物を介して一定の間隔で固定して這わせ、前記円柱ヨークの頂上部で交差させて前記前置増幅部に接続されたことを特長とする。

【0037】

従って、本発明によれば、検出ループと交差する面積が小さくなり、電磁誘導ノイズを小さくすることが出来る。又、検出電極と前置増幅部との間は、非磁性のケーブルとし固定されたので、流体の振動によるケーブルの振動ノイズ、電磁誘導によるノイズの発生のない容量式電磁流量計と出来る。

【0038】

請求項4では、前記測定管と前記円柱ヨークとの間及び前記測定管と前記面電極とガード電極との間に夫々樹脂を充填して固定したことを特長とする。

【0039】

従って、本発明によれば、流体の振動によるノイズ発生、励磁コイルの振動によるノイズ発生がない容量式電磁流量計と出来る。

【0040】

請求項5では、前記前置増幅部を検出部と信号処理部との間の首部に挿入し、前記測定管と金属パイプ及びアースリングで囲まれる検出部内と前記首部までの検出部内の全てをエポキシ樹脂で充填して固定するようにしたことを特徴とする。

【0 0 4 1】

従って、本発明によれば前記信号ケーブル長を最短とし、前記差動増幅部を首部内にコンパクトに収納し、且つ前記面電極及びガード電極から前記前置増幅部までの高インピーダンス部全てを固定したので振動による雑音の発生を最小に押さえるとともに、耐湿性に優れた容量式電磁流量計とすることができる。

【0 0 4 2】

【発明の実施の形態】

（第1の実施の形態）

以下、本発明の第1の実施の形態について図1乃至図10を参照して説明する。まず、図1乃至図3において、本発明の実施の形態の構成を説明する。本発明の実施の形態の容量式電磁流量計は、流体の流速を検出する検出部10、検出部10の検出信号から流量信号を求める信号処理部11及び検出部10内の励磁コイルに励磁電流を供給する励磁回路8とで構成される。

【0 0 4 3】

図2は、検出部10の側部断面図で、図3は、検出部10の断面図である。励磁回路8及び信号処理部11は、図2及び図3に示す様に検出部10の上部のボックス内に前置増幅部6を含めて収納される一体型の構成となっている。

【0 0 4 4】

尚、別置きされる分離型とすることも出来る。

【0 0 4 5】

これらの図において、1は、測定管で、セラミックス等の絶縁物で作られている。測定管1の外周部には、磁極7に巻かれた励磁コイル3Aと3Bとが対向して配置されるとともに、直列に接続されている。

【0 0 4 6】

そして、励磁コイル3A、3Bの外周に位置されて測定管1と同心的に配置さ

れた円柱ヨーク 7 1 とによって、測定管 1 の管軸方向と直交する方向の磁束を与える様に設定配置されている。

【0047】

4 A、4 B は銅板等の高導電率を有する非磁性体製の面電極で、測定管 1 の外周に対向して配置され、その中心を結ぶ軸は、励磁磁束の磁場方向と被測定流体 2 の流れる管軸の双方に直交する様に配置されている。また、ガード電極 5 A、5 B は、夫々面電極 4 A、4 B を完全に覆う様に、且つ、面電極 4 A、4 B と夫々のガード電極 5 A、5 B 間の距離を一定とし、後述する所定の静電容量値以下となる様に固定して設定配置されている。

【0048】

コイル固定板 9 A、9 B は、銅板などの非磁性体の金属板で構成され、励磁コイル 3 A 3 B を完全に覆い、円柱ヨーク 7 1 と電氣的に接続し、固定されている。

【0049】

尚 1 A 1、1 A 2 は測定間の両端に設けられたフランジを形成するアースリングで、前記金属パイプ 1 B 及び円柱ヨーク 7 1 の両端を固定している。

【0050】

更に、このアースリング 1 A 1、1 A 2 のアース端子 E は、回路の共通アース C と共に接地 G に接続されている。

【0051】

10 A、10 B は信号ケーブルで、芯線、この芯線の外周に設けたシールド及びガードシールドを絶縁物で被覆して構成された 2 重シールド線として構成されており、この信号ケーブル 10 A、10 B の芯線を面電極 4 A、4 B と、またシールドをガード電極 5 A、5 B と、ガードシールドを回路の共通アース C に夫々接続し、円柱ヨーク 7 1 の外周に沿って、図示しない絶縁物のスペーサを置いて所定の距離を保持して固定し、金属パイプ 1 B に設けた導通孔を通して前置増幅部 6 の増幅器 6 A、6 B に接続している。

【0052】

更に詳述すれば、前記励磁磁場の方向と同一の平面で、前記円柱ヨーク 7 1 の

外周に沿って絶縁物を介して一定の間隔で固定して這わせ、円柱ヨーク 7 1 の頂上部で交差させて前記前置増幅部 6 に接続されている。

【0 0 5 3】

前記信号ケーブル 1 0 A、1 0 B を構成する芯線、シールド及びガードシールドはいずれも銅等の非磁性体製である。

【0 0 5 4】

また、面電極 4 A、4 B、ガード電極 5 A、5 B は、夫々増幅器 6 A、6 B の非反転入力、反転入力、及びその出力に夫々接続され、夫々の増幅器 6 A、6 B の出力は差動増幅器 6 C で差動増幅され、検出信号 e として信号処理部 1 1 のアナログデジタル変換回路 1 1 A（以後 A D C 回路と言う。）に接続される。

【0 0 5 5】

この A D C 回路 1 1 A で検出信号 e をデジタル信号に変換した後、その出力を流量測定処理回路 1 1 B に送り、ここで流量信号に変換処理する。

【0 0 5 6】

励磁回路 8 は、矩形波発振器 8 A で 3 0 0 H z の矩形波信号を発振し、この信号を特性補正フィルタ 8 B に供給し、この特性補正フィルタ 8 B で後述する励磁磁束波形に平坦部を持つ様にゲイン周波数特性を補正処理した後、この特性補正フィルタ 8 B の出力を、電流制御アンプ 8 C を介して、前述の励磁コイル 3 A、3 B に励磁電流 i_F として供給する。

【0 0 5 7】

次に、この様に設定された本発明の容量式電磁流量計の各部の更に詳細な設定とその作用について説明する。

【0 0 5 8】

まず、図 4、図 5 は、本発明による容量式電磁流量計の測定原理を説明する図である。図 4 は検出原理を説明する図で、測定管 1 の壁面の面電極 4 A、4 B の中心軸を x 軸とし、励磁磁束 ϕ の方向を y 軸とし、流体の移動方向を z 軸としたとき、面電極 4 A、4 B 間（x 軸）に流速に比例した起電力が発生することを表すモデル図である。

【0 0 5 9】

高精度で安定した容量式電磁流量計とするには、前述した各種のノイズ対策が必要になる。まず、これらのノイズ対策には、従来例で説明した電磁誘導による微分ノイズ、流体内に発生する流体ノイズ、及び、起電圧を検出する検出回路に誘導される検出部 1 0 内での電磁的結合、静電的結合によって生じる誘導ノイズ対策等が必要である。

【 0 0 6 0 】

図 4 において、微分ノイズ、流体ノイズの影響を避けるために、詳細を後述する理想的な平坦部を持つ高周波の励磁磁束 ϕ を印加し、この励磁磁束 ϕ の波形を乱す磁束磁路の渦電流発生要素成分を極力少なくし、面電極 4 A、4 B とガード電極 5 A、5 B とで構成される検出電極（以後検出電極と言う。）と前置増幅部 6 で形成される検出ループに誘導されるノイズを極力小さくして、流量信号成分のみを正確に分離抽出する様に各部を設定する。

【 0 0 6 1 】

従って、面電極 4 A、4 B と前置増幅部 6 で形成される検出ループは、図 5 に示す様に斜線に示す面積 S を小さく、且つ、励磁磁束 ϕ と平行な平面に形成する様にし、この検出ループと交差する磁束を出来るだけ小さく押さえることにより、電磁結合で誘導されるノイズを除去する様に信号ケーブル 1 0 A、1 0 B を設定する。

【 0 0 6 2 】

また、図 2、図 3 に示した様に検出部 1 0 は、面電極 4 A、4 B の各々が設置 G に対して同電位となる様に、静電的にも、電磁的にも電氣的に対称な構造とし、差動増幅器 6 C を介して同相で誘導されるノイズを除去する。

【 0 0 6 3 】

更に、流体の起電圧がミリボルトレベルであるのに対して、励磁コイル 3 A、3 B の部分は数十ボルトの高電位レベルにあるので、励磁コイル 3 A、3 B は、銅等の非磁性材で構成したコイル固定板 9 A、9 B で隙間なく覆い、円柱ヨーク 7 1 とともにアースリング 1 A 1、1 A 2 を介して接地 G に接続して、励磁回路からの信号が、面電極 4 A、4 B ガード電極 5 A、5 B への静電誘導により誘導されるノイズを遮蔽しておく。

【0064】

同様に、励磁磁束 ϕ の磁路内にある金属製部材も、磁極 7、及び、帰還磁路を形成する円柱ヨーク 71 を除いて、渦電流の発生を押さえるため、銅等の非磁性材質とし、y 軸以外の方向の磁束成分を極力発生させない様に設定する。

【0065】

さらに、これらの設定条件が振動や湿気で変化しない様に検出部を構成する各要素部品、部材を固定しておく。

【0066】

以上の考え方を基本として本発明のベストモードが設定される。

【0067】

次に、この考え方に基づく各部の詳細な設定についてまず、励磁電流 i_F の詳細な設定と作用について図 6 乃至図 8 で説明する。

【0068】

始めにこの励磁電流 i_F の周波数は、流体ノイズと区別する上で有利な、流体ノイズが小さくなる高い周波数に設定する。この理由を図 8 で説明する。

【0069】

図 8 は、前述した流体ノイズの測定結果の一例を図示したもので、横軸は周波数、縦軸はノイズ電力 d B m で、流速が 2.5 m/sec の時と、0.5 m/sec の時の特性を示す。この図に示す様に、一般的に流体ノイズは、被測定流体 2 の流速が早くなると大きくなる。

【0070】

しかしながら、被測定流体 2 の流速にかかわらず周波数が 10 Hz 程度から減衰し、200 Hz 当たりでノイズ電力が -70 d B m レベルに収束する傾向を示す。このことから、励磁周波数は、流体ノイズに影響されない、被測定流体 2 の流速で発生する起電圧との S/N が高くなる商用周波数以上の周波数 200 Hz 以上に、例えば、この値を 300 Hz とし矩形波発振器 8 A で発振周波数を設定しておく。

【0071】

次に、励磁電流 i_F による励磁磁束 ϕ の波形の補正の詳細設定について図 6 及

び図7で説明する。この目的は、前述した様に励磁磁束 ϕ の立ち上がりを早くして、検出信号 e に含まれる微分ノイズの立ち上がりと、整定時間を早くすることである。

【0072】

図6(a)に示す様に、一般に励磁電流 i_F は、励磁の基本周波数(f_0)の近傍から減衰する1次遅れ回路のゲイン周波数特性を持っている。従って、励磁電流 i_F によって作られる励磁磁束 ϕ もこれに追従した波形となる。

【0073】

そこで、図6(b)に示す、励磁の基本周波数(f_0)の高調波成分を含めた励磁回路のゲイン周波数特性が平坦になる高域通過特性を持つ特性補正フィルタ8Bを介して、励磁波形 ϕ の立ち上がり部を急峻に立ち上げる微分特性を持つ励磁電流 i_F の波形として、電流制御アンプ8Cを介して励磁電流 i_F を供給する。

【0074】

この特性補正フィルタ8Bは、図6(b)に示す特性の高域フィルタ回路とし、例えば、励磁の基本周波数(f_0)の3倍の周波数をもつ第3高調波(f_3)周波数帯域まで平坦なゲイン周波数特性を持つ励磁電流 i_F の波形とする。

【0075】

更に高次の例えば第5高調波(f_5)成分までの補正が必要な場合は、特性補正フィルタ8Bを高次の周波数領域まで平坦となるゲイン周波数特性に設定する。

【0076】

図7は、この補正フィルタ8Bを使用した時の、励磁電流とその励磁磁束波形の作用効果を説明するものである。同図(a)、(b)、(c)は特性補正フィルタ8Bのない従来の場合で、(d)、(e)、(f)は特性補正フィルタ8Bを使用した場合を示している。

【0077】

この図において、(a)、(d)は励磁磁束 ϕ 、図(b)、(e)は検出信号 e 、図(c)、(f)は検出信号 e のサンプリング信号 s_p を示す。そして図7

(b)、(e)の実線は、被測定流体2が静止している場合を、破線は、被測定流体2が流れた場合の検出信号eの波形を示している。

【0078】

この図に見られる様に、励磁磁束 ϕ は、図7(a)に示す様に立ち上がりが鈍っていたものが、特性補正フィルタ8Bによって励磁電流波形を整形したことにより、同図(d)の様に立ち上がりが早くなる。

【0079】

その結果、同図(b)に示す様な検出信号eに含まれていた微分ノイズは、同図(e)の様に短時間で収束する様に改善される。従って、サンプリング信号 s_p のタイミングでは、微分ノイズの影響を受けない流速成分のみを抽出できるので安定した高精度な流量測定が可能となる。

【0080】

この特性補正フィルタ8Bの特性は、励磁磁束 ϕ の出力波形、または、検出信号eの波形を観測して、励磁回路8の最適な応答特性を選択することが出来る。

【0081】

次に、図9を用いて面電極4A、4Bとガード電極5A、5Bの間の静電容量の設定の詳細について、一方の面電極4Aと増幅器6Aの検出回路のモデル図で説明する。

【0082】

C1は、面電極4Aと被測定流体2間、即ち測定管1の材質で形成される静電容量で、その一方は面電極4Aとガード電極5A間の静電容量C2に接続され、他方は、被測定流体2の流体抵抗 R_s を介して接地電位Gに接続されている。

【0083】

更に、静電容量C1とC2の接続点は、増幅器6Aの入力に接続され、その出力は静電容量C2のもう一方の端子に接続されている。

【0084】

増幅器6Aの入力インピーダンスが十分高いとすると、ガード電極5Aに重畳されたノイズ v_N と増幅器6Aの出力 v_A は、

$$v_A = (1 + j\omega C_1 R_s) \cdot C_2 / C_1 \cdot v_N$$

となる。

【0085】

従って、面電極 4 A と被測定流体 2 間の静電容量 C_1 に対して、面電極 4 A とガード電極 5 A 間の静電容量 C_2 の方が大きいと、ガード電極 5 A に重畳するノイズは増幅されることになる。

【0086】

このことから、例えば、測定管 1 がセラミックスの場合、誘電率がセラミックスより小さいプラスチック等を面電極 4 A とガード電極 5 A の間に挿入し、更に、面電極と 4 A ガード電極 5 A の間の間隔を測定管 1 の厚さよりも厚く設定する。

【0087】

ここでセラミックスの誘電率を 9、プラスチックの誘電率を 3 とすれば、面電極 4 A とガード電極 5 A との間隔を測定管 1 と同等としても、ガード電極 5 A への誘導ノイズや増幅器 6 A の内部発生ノイズを 3 分の 1 に低減できる。

【0088】

以上説明した電氣的なノイズ発生要因以外に、検出部 10 全体の熱や振動によってもノイズが発生する。この対策の事例を再び前述の図 2、図 3 の構造図で説明する。

【0089】

面電極 4 A、4 B とガード電極 5 A、5 B は、測定管 1 の流体の温度が急変したりした場合、取り付けのための接着剤や、支持材の熱膨張率の相異で伸縮力を受けるので、0.2 mm 以上の厚さの非磁性体で高導電率を有する銅板等で形成して、プラスチック等で前述した所定の間隔を保持してエポキシ樹脂等を充填して固定し、熱歪みによる変形に耐えられる構造に設定しておく。

【0090】

また、この面電極 4 A、4 B は、図 10 に示す様に切り欠きを入れて、渦電流の発生を防止する形状とし、前述した y 軸方向の磁束成分の発生を極力押さえる様にする。

【0091】

又、前述した信号ケーブル 10A、10Bも円柱ヨーク7の周囲にエポキシ樹脂等の絶縁物を介して一定の間隔を保持して接着剤で固定する。芯線、シールド、ガードシールドのいずれも銅等の非磁性体製を使用しているので励磁磁界 ϕ が周期的に変動しても振動せず、夫々の間の介在するの絶縁物との摩擦により発生する恐れのある摩擦ノイズを防止することが出来る。

【0092】

(第2の実施の形態)

第2の実施の形態は、第1の実施の形態で説明した検出部10構造をさらに高信頼の構造とするため、面電極4A、4Bから差動増幅部6までの高インピーダンス部全体をコンパクトに、且つ高い絶縁性を有する絶縁材料を充填して固定し、検出部10全体の耐振性と絶縁性を向上させる。

【0093】

したがって差動増幅部6両入力の入力インピーダンスの変化によって誘導される電磁誘導ノイズ及び信号ケーブル10A、10Bの導体と絶縁物との摩擦による摩擦ノイズの発生を防止できる構造とする。

【0094】

以下図11、図12、図13及び図1を参照して第2の実施の形態を説明する。図11は検出部10の側断面図、図12は検出部の断面図である。また、図13は検出電極の構造を説明する図である。

【0095】

まず各部の名称、機能は第1の実施の形態と同様であるので、説明を適宜省略し相違点を説明する。検出部10と信号処理部11を結合する首部21には検出電極からの信号を増幅する前置増幅部6が、後段の信号処理部11のADC回路11A及び流量測定回路11Bとは分離されて実装される。

【0096】

信号処理部11は、第1の実施の形態で説明したように検出部10上部のボックス内または分離して別筐体に置かれても良い。

【0097】

次に図13を参照して検出電極の構造を説明する。図13(a)は一方の面電

極 4 A とガード電極 5 A 断面図で、図 13 (b) は面電極 4 A、4 B を結ぶ電極軸 x の外側方向から見た側面図である。セラミックス等の測定管 1 の外壁には高導電率の金属板、例えば銅板等で作られる面電極 4 A が焼結される。

【0098】

さらに、この面電極 4 A を覆う様に、被測定流体 2 が移動する z 軸方向に電極寸法より伸びた形状のガード電極 5 A を配置する。(y 軸方向は励磁磁束の印加方向を示す。)

このガード電極 5 A は面電極 4 A 同様に高導電率の金属板で整形され、図 13 (a) の $x-y$ 断面方向から見ると八の字形状で管軸方向には空洞となっている。また、同図 B (b) に示す様に面電極 4 A を覆い、且つ面電極 4 A とは所定の間隔を確保するようにしておく。即ち、第 1 の実施の形態で説明したように検出電極間の静電容量が面電極 4 A と被測定流体 2 との間の静電容量よりも小さくなる様にしておく。

【0099】

このガード電極 5 A の形状は他方のガード電極 5 B と測定管の周囲を 2 分し全てを覆うような大きな形状とする必要はなく、所定の起電力が抽出できる程度の形状であれば良い。通常、図 13 (a) (b) に示す様に測定管 1 の円周方向は 60 度程度、被測定流体 2 の流れる管軸方向 z の寸法は測定管 1 の長さの 60 % 程度あれば十分である。このガード電極 5 A、5 B はガラス製のテープで測定管 1 に固定しておく。

【0100】

また、面電極 4 A の形状は渦電流の発生が小さくなる様にスリットをいれた形状としておくことは第 1 の実施の形態と同様である。

【0101】

そして、信号ケーブル 10 A、10 B の芯線の一方は面電極 4 A、4 B と、シールドはガード電極 5 A、5 B と夫々接続され、他方は前置増幅部 6 に接続されている。ガードシールドはこの前置増幅部 6 の図 1 に示す共通電位 C に接続され接地される。

【0102】

次に、検出部 10 及び前置増幅部 6 にエポキシ樹脂を充填する方法について説明する。図 11、図 12 の様に組み立てられた状態の検出部 10 の円柱ヨーク 71 には、測定管 1 の管軸と電極軸が交わる測定管 1 の管壁の近傍に空けられ、信号線 10A、10B を送通する孔 71a、71b 以外に、励磁コイル 3A、3B に励磁回路 8 から励磁電流を供給する励磁信号線を送通する孔 71c と、エポキシ樹脂を封入及びその時の空気抜き孔 71d とが別々にまたは共用して孔 71a、71b 以外の場所に励磁磁束を乱さない様に空けられている。

【0103】

そして、所定の硬化材を混ぜたシリコン樹脂は、信号処理部 11 の首部 21 から所定の樹脂注入パイプ口から、検出部 10 を左右前後に揺すり且つ傾けながら、そして内部の空気を抜きながらゆっくりと注入され、首部 21 の前置増幅部 6 を覆うまで注入される。

【0104】

この構造では、面電極 4A、4B 及びガード電極 5A、5B は所定の機械的強度有し、且つ測定管 1 にコンパクトな形状として固着されているので充填するエポキシ樹脂のみで固定される。

【0105】

また、用途によっては首部 21 の上部に配置される後段の信号処理部 11 まで封入すれば、この部分の絶縁性も確保される。

【0106】

この様にして測定管 1 と金属パイプ 1B 及びアースリング 1A1 及び 1A2 で囲まれた検出部 10 内の空間全てにエポキシ樹脂を注入する。さらに、検出部 10 の首部 21 までエポキシ樹脂で固着する。

【0107】

本第 2 の実施の形態によれば、検出電極から差動増幅部 6 までを最短距離でコンパクトに布設し、高インピーダンス部をエポキシ樹脂によって固定したので、この検出電極と差動増幅部 6 を接続する信号ケーブル 10A、10Bg a が振動することによって生じる電磁誘導ノイズ、摩擦ノイズを防止できる。さらに高インピーダンス部を樹脂で固定したので絶縁性の劣化も改善される。

【0108】

また、検出電極 4 A、4 B は測定管 1 に焼結され、ガード電極 5 A、5 B はコンパクトで所定の応力に耐えられる厚みとしてあるのでエポキシ樹脂の硬化時や、被測定流体 2 の温度が変化して熱収縮が起きても破損する恐れがない。さらに、前置増幅部 6 は検出部 10 の首部 21 に配置したので、熱遮蔽可能な構造とでき、被測定流体 2 が高温の場合であっても使用可能である。

【0109】**【発明の効果】**

以上説明したように、本発明によれば、高周波の励磁磁束波形が平坦部を持つ様に励磁電流を制御し、磁束磁路を乱す要素の少ない、且つ熱変形に対して強い検出部構造とし、励磁コイルを静電遮蔽し、更に、検出部の構造を検出電極間の中心軸と測定管軸に対して電氣的に対称な構造とし、検出部内部をエポキシ樹脂で固着したので、微分ノイズ、静電誘導ノイズ及び摩擦ノイズの少ない、耐湿性に優れた容量式電磁流量計が可能となる。

【0110】

また、励磁周波数を流体ノイズ以上の周波数で励磁したので、流体ノイズの影響を受けにくい流量測定が出来る。

【0111】

更に、面電極とガード電極の静電容量を面電極と被測定流体間の静電容量よりも小さくし、誘導ノイズや増幅器ノイズの増幅ゲインを押さえたので高信頼性で安定した容量式電磁流量計を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の実施の形態を示す構成図。

【図 2】 本発明の検出部の側面図。

【図 3】 本発明の検出部の断面図。

【図 4】 本発明の原理の説明図。

【図 5】 本発明の原理の説明図。

【図 6】 励磁回路の特性の説明図。

【図 7】 本発明の励磁回路の作用説明図。

【図 8】 流体ノイズ説明図。

【図 9】 本発明の面電極とガード電極間の検出回路のモデル説明図。

【図 10】 本発明の面電極の形状説明図。

【図 11】 第 2 の実施の形態の検出部側面図

【図 12】 第 2 の実施の形態の検出部断面図

【図 13】 検出電極の構造図

【図 14】 従来技術を示す構成図。

【図 15】 従来技術の動作を示す説明図。

【図 16】 従来技術の作用を示す説明図。

【符号の説明】

1 測定管

1 A 1、1 A 2 アースリング

1 B 金属パイプ

2 被測定流体

3 A、3 B 励磁コイル

4 A、4 B 面電極

5 A、5 B ガード電極

6 前置増幅部

6 A、6 B 増幅器

6 C 差動増幅器

7 磁極

7 1 円柱ヨーク

7 A、7 B ダンピング箔

8 励磁回路

8 A 矩形波発振器

8 B 特性補正フィルタ

8 C 電流制御アンプ

9 A、9 B コイル固定板

10 検出部

1 0 A、1 0 B 信号ケーブル

1 1 信号処理部

1 1 A A D C 回路

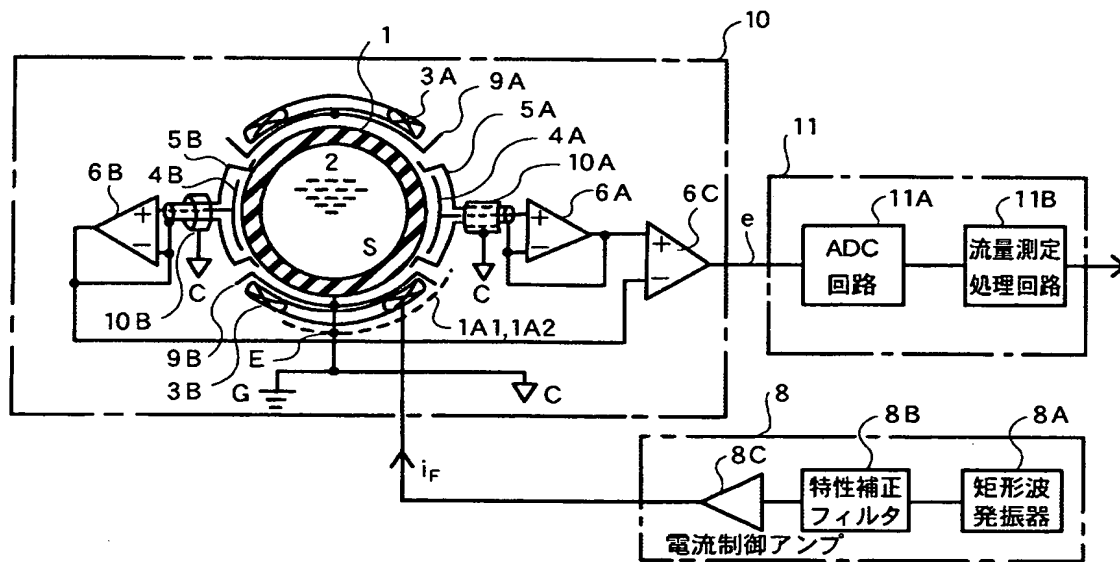
1 1 B 流量測定処理部

2 1 首部

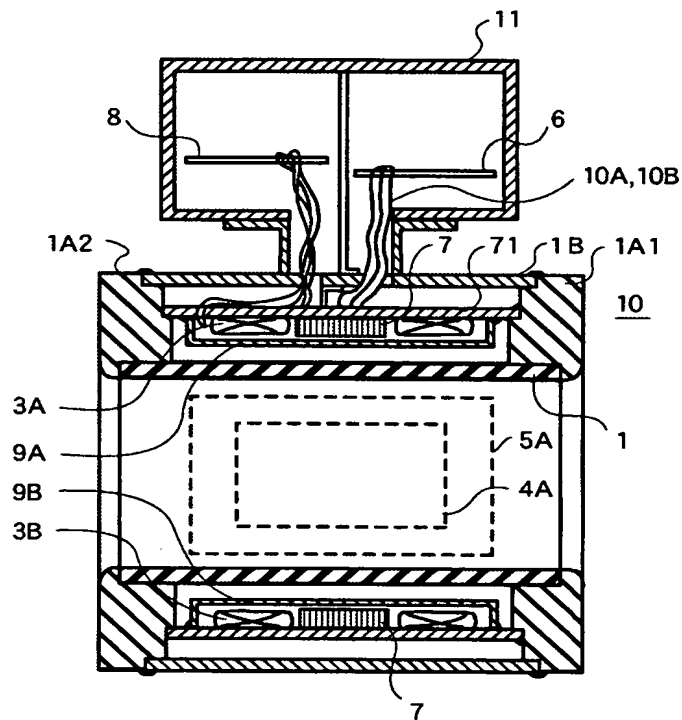
7 1 a、7 2 b、7 2 c、7 1 d 孔

【書類名】 図面

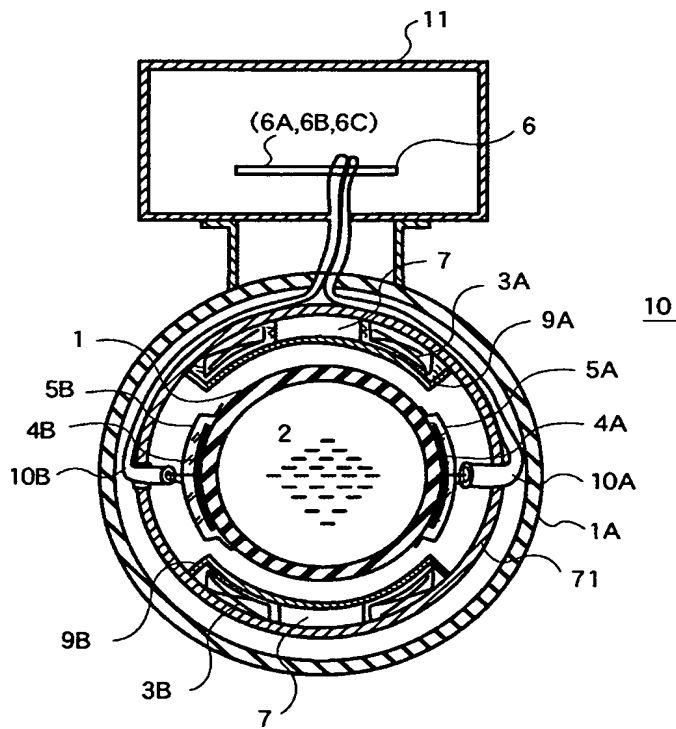
【図 1】



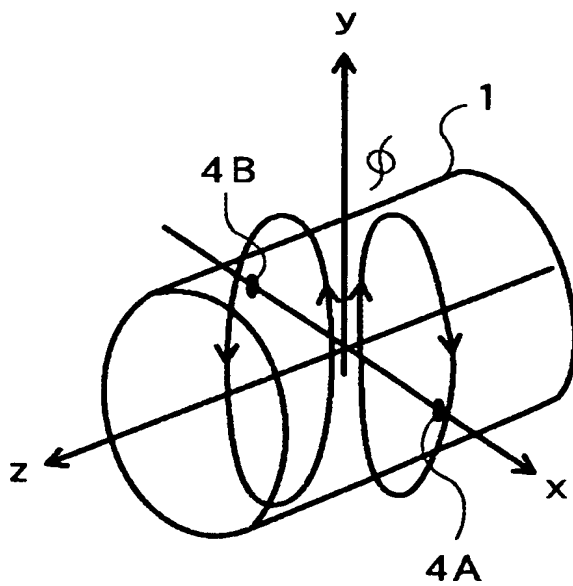
【図 2】



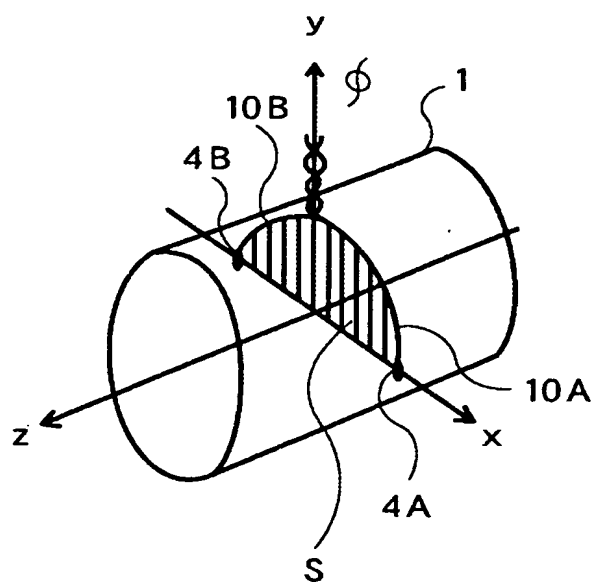
【図 3】



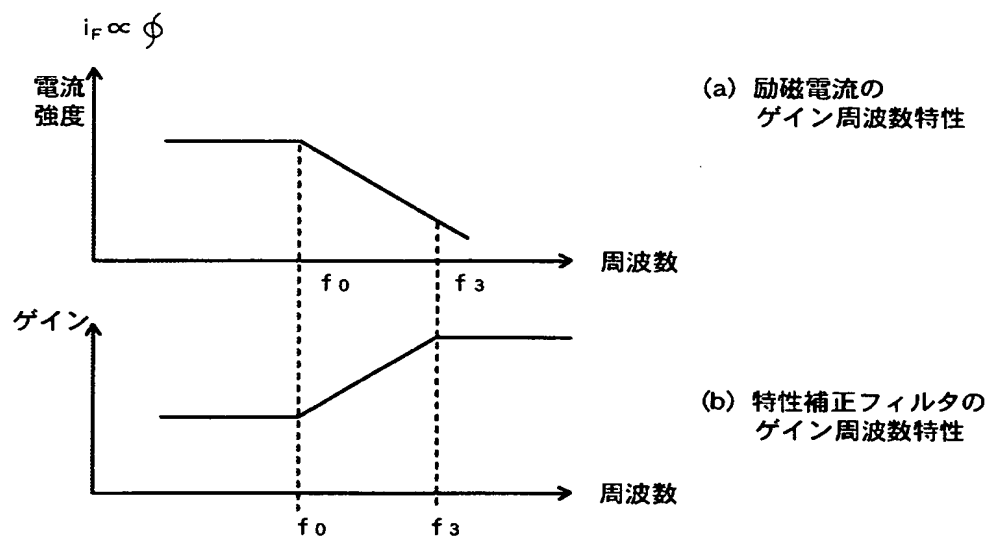
【図 4】



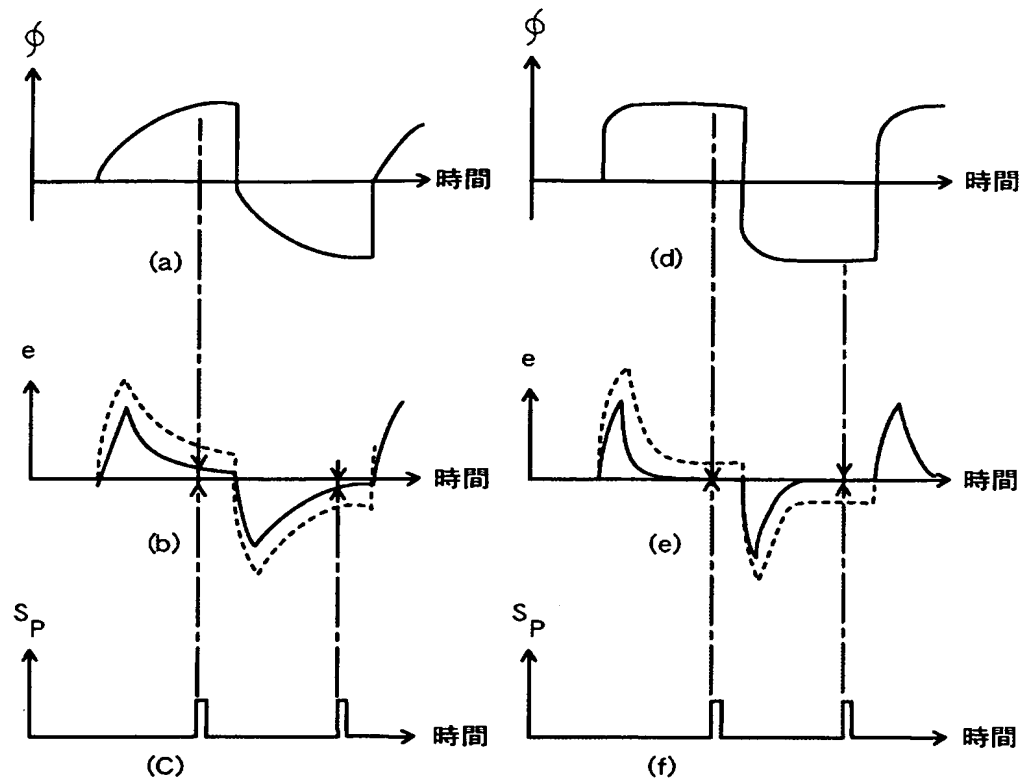
【図 5】



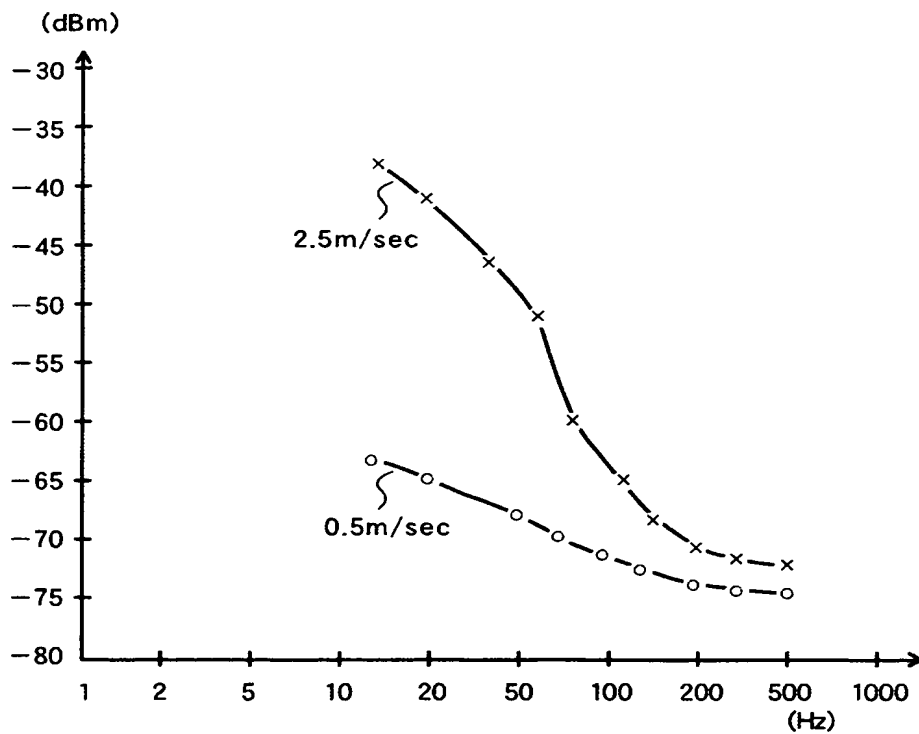
【図 6】



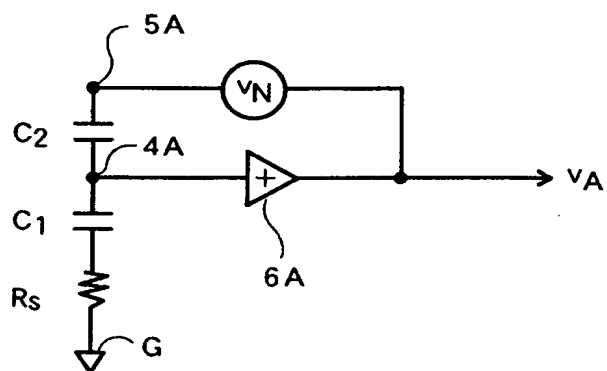
【図 7】



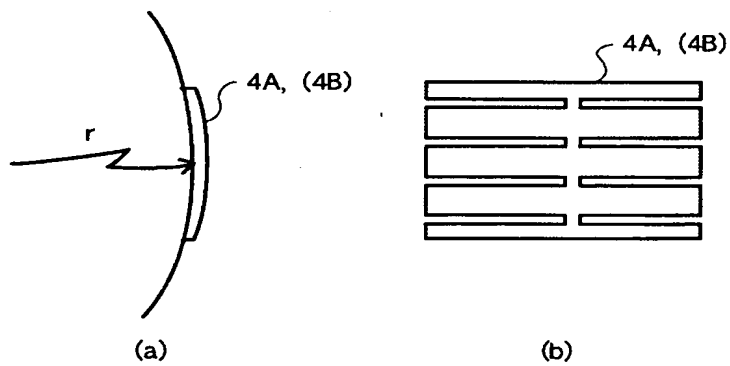
【図 8】



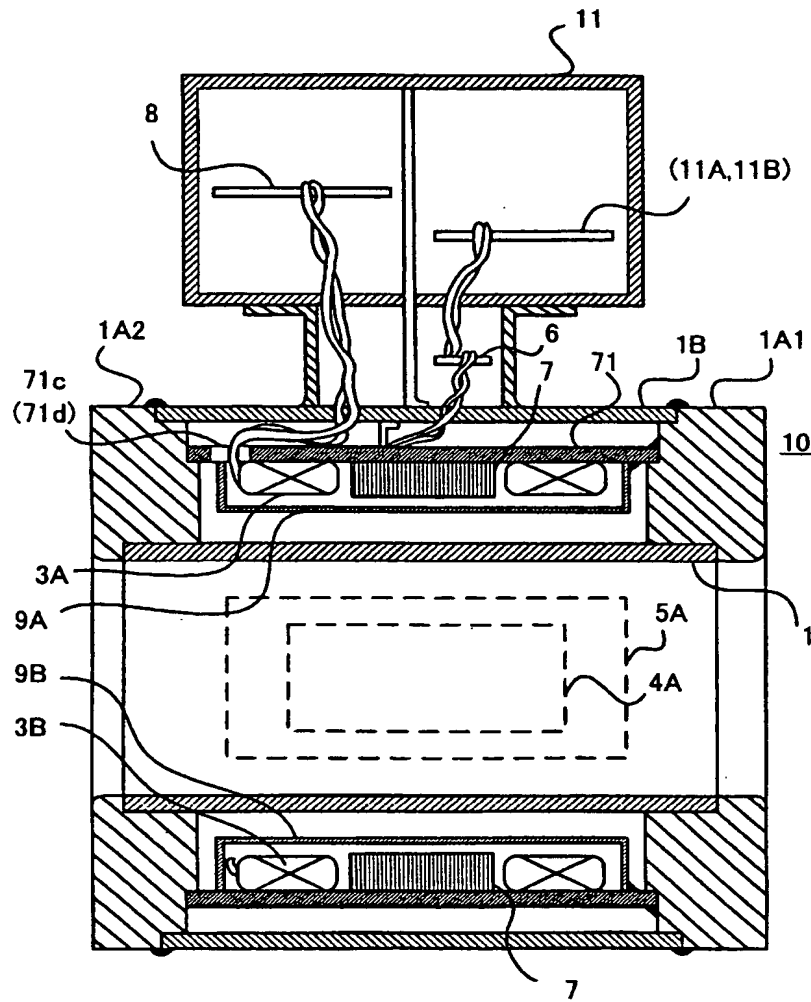
【図 9】



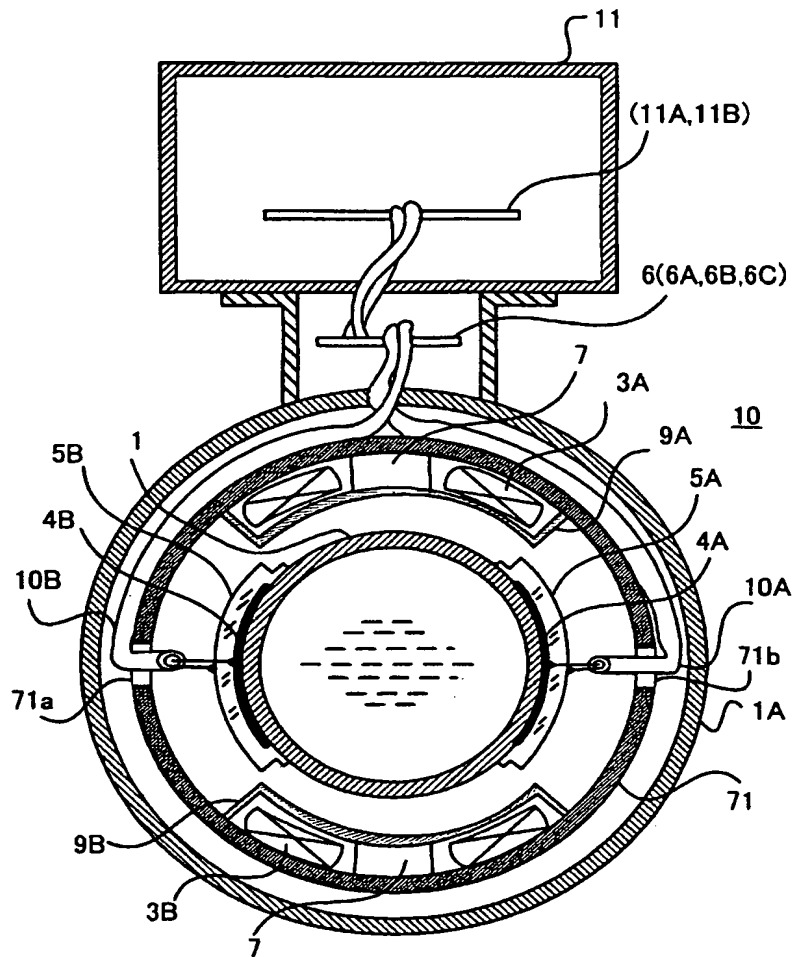
【図 10】



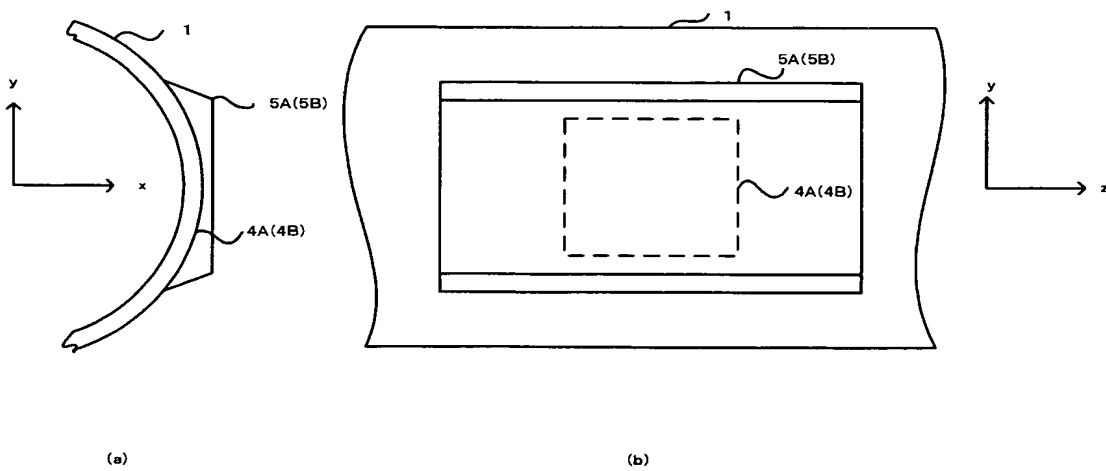
【図 11】



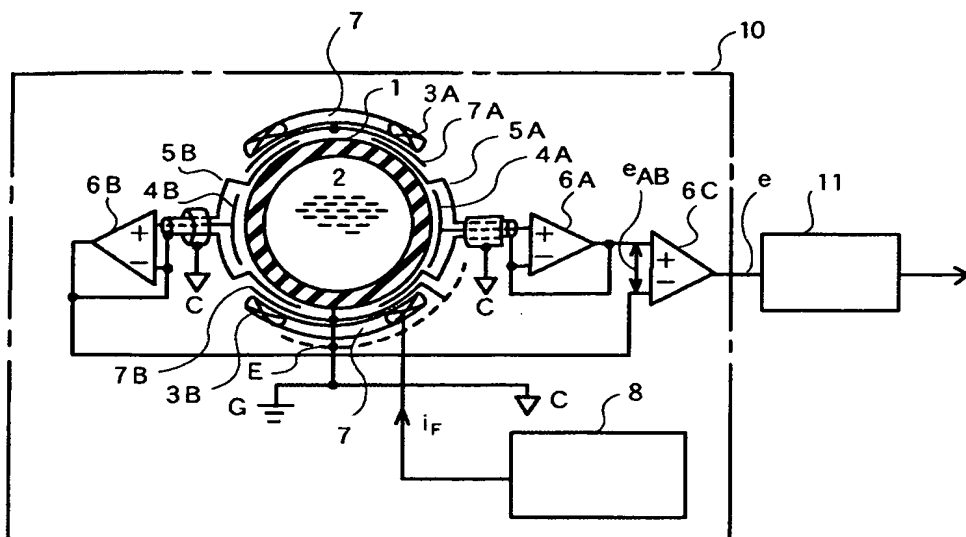
【図 12】



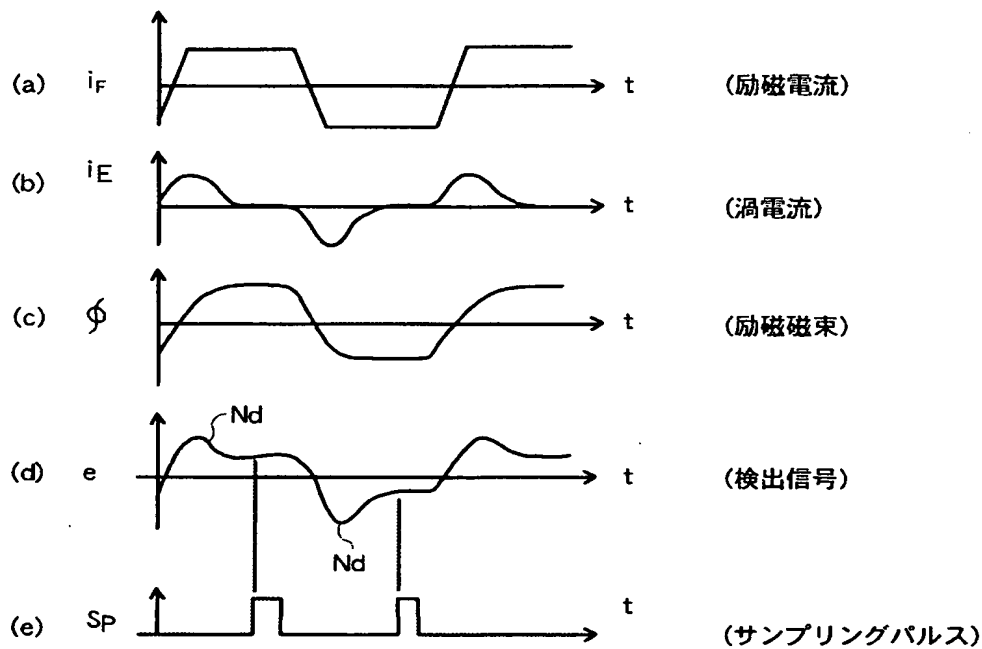
【図 13】



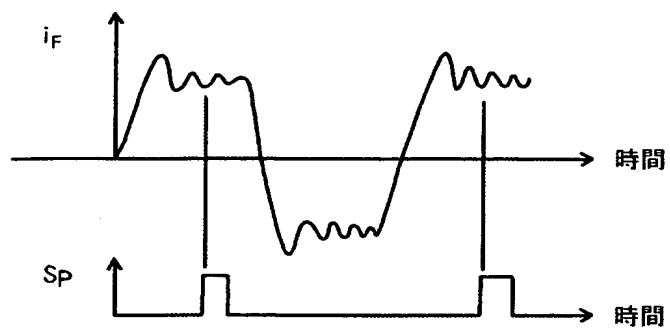
【図 14】



【図 15】



【図 16】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 本発明は、励磁磁路に反磁場作用の生じる障害物を削減して、耐振性、耐湿性に優れた高信頼の容量式電磁流量計を提供することを目的とする。

【解決手段】 商用周波数以上で励磁し、励磁磁束波形が平坦部を持つ様に励磁電流のゲイン周波数特性を補正する特性補正フィルタ 8Bを備え、検出部 10は、面電極 4A、4Bとガード電極 5A、5Bの間の静電容量値を検出面電極 4A、4Bと被測定流体 2間の静電容量値よりも小さくし、励磁コイル 3A、3Bをコイル固定板 9A、9Bで静電遮蔽して円柱ヨークに固定し、この円柱ヨークと測定管 1の両端部を管軸及び電極軸に対して対称にしてアースリング 1A1、1A2で固定し、さらに、検出部 10内部全てをエポキシ樹脂で充填して固着したことを特徴とする容量式電磁流量計。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2002-346918
受付番号	50201808610
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0090
作成日	平成14年12月 4日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成14年11月29日
【特許出願人】	
【識別番号】	000003078
【住所又は居所】	東京都港区芝浦一丁目1番1号
【氏名又は名称】	株式会社東芝
【代理人】	申請人
【識別番号】	100083161
【住所又は居所】	東京都港区芝浦1丁目1番1号 株式会社東芝本社事務所内
【氏名又は名称】	外川 英明

次頁無

特願 2 0 0 2 - 3 4 6 9 1 8

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 3 0 7 8]

1. 変更年月日

2 0 0 1 年 7 月 2 日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号

氏 名

株式会社東芝